

home

searching

patents

documents

toc journal watch

Format Examples

US Patent

US6024053 or 6024053

US Design Patent

D0318249

US Plant Patents

PP8901

US Reissue

RE35312

US SIR

H1523

US Patent Applications

20020012233

World Patents

WO04001234 or WO2004012345

European

EP1067252

Great Britain

GB2018332

German

DE29980239

Nerac Document Number (NDN)

certain NDN numbers can be used for patents

[view examples](#)
 6.0 recommended
 Win98SE/2000/XP

Patent Ordering



Enter Patent Type and Number: optional reference note



☐ Add patent to cart automatically. If you uncheck this box then you must *click on* Publication number and view abstract to Add to Cart.

1 Patent(s) in Cart

Patent Abstract

Add to cart

 GER 2001-06-21 19946827 **Valve to steering of liquids**
INVENTOR(S)- Stoecklein, Wolfgang 70197 Stuttgart DE

APPLICANT(S)- Robert Bosch GmbH 70469 Stuttgart DE
PATENT NUMBER- 19946827/DE-C1**PATENT APPLICATION NUMBER**- 19946827**DATE FILED**- 1999-09-30**DOCUMENT TYPE**- C1, PATENT SPECIFICATION (FIRST PUBL.)**PUBLICATION DATE**- 2001-06-21
INTERNATIONAL PATENT CLASS- F16K03102; F02M04700; F02M05100; F02M04702D; F02M05946E2
PATENT APPLICATION PRIORITY- 19946827, A**PRIORITY COUNTRY CODE**- DE, Germany, Ged. Rep. of**PRIORITY DATE**- 1999-09-30**FILING LANGUAGE**- German**LANGUAGE**- German NDN- 203-2266-0706-7

A valve to steering from liquids expels a piezoelektrische unit (3) to the activity an in a drilling (8) of a valve body (9) of movable valve limb (2) at least with a Stellkolben (7) and at least an activity piston (10) to the activity of a Ventilschlieoágliesdes (13) on. Between Stellkolben (7) and activity pistons (10), a hydraulics chamber (11) working as hydraulic Koppler is trained with what a stepped translation is intended so that the activity piston (10) with one is movable him/it for a first partial length of his/its maximum

BEST AVAILABLE COPY

Hubweges for surrounding husk (14) with what a first cross-section surface (A1) of the Betoatigungskolbens (10) bordering on the hydraulics chamber (11) in each case and a cross-section surface (A3) of the husk (14) correspond together at most to the cross-section surface (A0) of the Stellkolbens (7), and that an attack (34) is intended for the husk (14) in valve seat direction, from whose achievement of the activity pistons (10) exports a remaining Hubweg (figure 1), in the drilling (8).

EXEMPLARY CLAIMS- 1. Valve to steering of liquids. with a piezoelektrischen unit (3) to the activity an in a drilling (8) of a valve body (9) of movable valve limb (2). which at least a Stellkolben (7) and at least an activity piston (10). 10 ') shows to the activity of a Ventilschlieoáglied (13). which at least with a valve seat intended at the valve body (9) (17). 18, to opening and clasps of the valve (1) cooperates. and with one as tolerance balance element and as hydraulic translation of working hydraulics chamber (11) between the Stellkolben (7) and the activity piston (10). 10 ') marked through it. that a stepped translation is intended so. that the activity piston (10). 10 ') in the drilling (8) together with one him/it surrounding husk (14) for a first partial length (h, 0) of his/its maximum Hubweges (H) movable is. with what a first cross-section surface (A1) of the Betoatigungskolbens bordering on the hydraulics chamber (11) in each case (10). 10 ') and a cross-section surface (A3) of the husk (14) together at most this at the hydraulics chamber (11) of bordering cross-section surface (A0) of the Stellkolbens (7) corresponds. and that an attack (34) is intended for the husk (14) in valve seat direction in the drilling (8). from their achievement of the activity pistons (10). 10 ') a remaining Hubweg (h, r) executes. 2. Valve after claim 1, marked by it, that the activity piston, 10, 10 ') as step pistons is trained, which one of the hydraulics chamber (11) turned area, 10 A, 10 A', with the first cross-section surface (A1) and one itself at it subsequent area, 10 B, of 10 B', with what for the husk (14) the transition to the bigger second cross-section surface (A2) represents an attack (15) contrary to the valve seat direction shows with a bigger second cross-section surface (A2). 3. Valve after claim 2, marked by it, that the length of the husk (14) of a length of the area, 10 A, 10 A', the Betoatigungskolbens, 10, 10 ') with the first cross-section surface (A1)

NO-DESCRIPTORS

► proceed to checkout

Nerac, Inc. One Technology Drive . Tolland, CT
Phone (860) 872-7000 Fax (860) 875-1749

©1995-2003 All Rights Reserved . [Privacy Statement](#) . [Report a Problem](#)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 199 46 827 C 1

⑤⑦ Int. Cl.⁷:
F 16 K 31/02
F 02 M 47/00
F 02 M 51/00

②① Aktenzeichen: 199 46 827.3-12
②② Anmeldetag: 30. 9. 1999
④③ Offenlegungstag: -
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 21. 6. 2001

DE 199 46 827 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

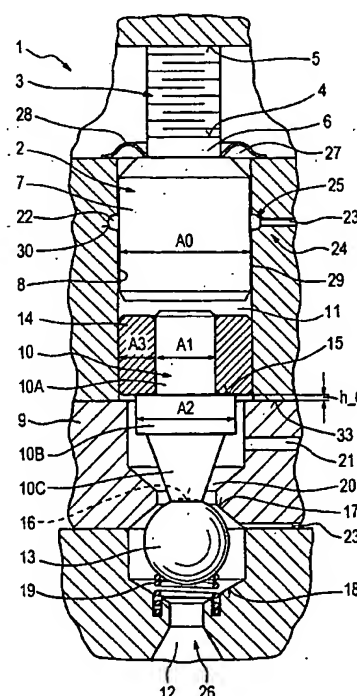
⑦③ Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Stoecklein, Wolfgang, 70197 Stuttgart, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
EP 04 77 400 A1

⑤④ Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten

⑤⑦ Ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten weist eine piezoelektrische Einheit (3) zur Betätigung eines in einer Bohrung (8) eines Ventilkörpers (9) verschiebbaren Ventilieds (2) mit wenigstens einem Stellkolben (7) und wenigstens einem Betätigungskolben (10) zur Betätigung eines Ventilschließglieds (13) auf. Zwischen Stellkolben (7) und Betätigungskolben (10) ist eine als hydraulischer Koppler arbeitende Hydraulikkammer (11) ausgebildet, wobei eine gestufte Übersetzung derart vorgesehen ist, daß der Betätigungskolben (10) mit einer ihn umgebenden Hülse (14) für eine erste Teillänge seines maximalen Hubweges verschiebbar ist, wobei eine jeweils an die Hydraulikkammer (11) grenzende erste Querschnittsfläche (A1) des Betätigungskolbens (10) und eine Querschnittsfläche (A3) der Hülse (14) zusammen maximal der Querschnittsfläche (A0) des Stellkolbens (7) entsprechen, und daß in der Bohrung (8) ein Anschlag (34) für die Hülse (14) in Ventilsitzrichtung vorgesehen ist, ab deren Erreichen der Betätigungskolben (10) einen verbleibenden Hubweg ausführt (Figur 1).



DE 199 46 827 C 1



Beschreibung

Die Erfindung geht von einem Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten gemäß der in Patentanspruch 1 näher definierten Art aus.

Aus der EP 0 477 400 A1 ist ein Ventil, welches über einen piezoelektrischen Aktor betätigbar ist, bereits bekannt. Dieses bekannte Ventil weist eine Anordnung für einen in Hubrichtung wirkenden adaptiven, mechanischen Toleranzausgleich für einen Wegtransformator des piezoelektrischen Aktors auf, bei der die Auslenkung des piezoelektrischen Aktors über eine Hydraulikkammer übertragen wird.

Die Hydraulikkammer, welche als eine sogenannte hydraulische Übersetzung arbeitet, schließt zwischen zwei sie begrenzenden Kolben, von denen ein Kolben mit einem kleineren Durchmesser ausgebildet ist und mit einem anzusteuernenden Ventiltglied verbunden ist und der andere Kolben mit einem größeren Durchmesser ausgebildet ist und mit dem piezoelektrischen Aktor verbunden ist, ein gemeinsames Ausgleichsvolumen ein. Über dieses können Toleranzen aufgrund von Temperaturgradienten im Bauteil sowie eventuelle Setzeffekte ausgeglichen werden, ohne daß dadurch eine Änderung der Position des anzusteuernenden Ventiltgliedes auftritt.

Die Hydraulikkammer ist dabei derart zwischen den beiden Kolben eingespannt, daß der Betätigungskolben des Ventiltgliedes einen um das Übersetzungsverhältnis des Kolbendurchmessers vergrößerten Hub macht, wenn der größere Kolben durch den piezoelektrischen Aktor um eine bestimmte Wegstrecke bewegt wird. Das Ventiltglied, die Kolben und der piezoelektrische Aktor liegen dabei auf einer gemeinsamen Achse hintereinander.

Bei der Auslegung solcher Ventile muß jedoch berücksichtigt werden, daß der piezoelektrische Aktor zwar eine große Kraftreserve liefert solange der Aktorhub klein ist, daß aber der maximale Hub solcher piezoelektrischer Aktoren ebenfalls klein ist. Durch eine hydraulische oder mechanische Übersetzung kann der Hub des Betätigungskolbens eines Ventilschließgliedes gegenüber dem Aktorhub vergrößert werden. Damit reduziert sich jedoch die maximale Kraft, die der Aktor auf das Ventilschließglied ausübt. Dies ist insbesondere bei Ventilen, welche nicht kraftausgeglichen sind, ein großer Nachteil. Vor allem trifft dies auf Servoventile zur Ansteuerung von als Common-Rail-Injektoren ausgebildeten Kraftstoffeinspritzventilen zu, bei denen einerseits eine hohe Kraft zum Öffnen des Ventils und andererseits ein großer Ventilhub erwünscht ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten mit einer piezoelektrischen Einheit als Aktuatorik zu schaffen, mit dem sowohl eine große Hubkraft als auch ein großer Ventilhub realisierbar ist.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Ventil zur Steuerung von Flüssigkeit mit einer Stufenübersetzung gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 ermöglicht es in vorteilhafter Weise, eine große Kraft auf das Ventilschließglied für eine erste Teillänge des maximalen Hubweges aufzubringen, da das Übersetzungsverhältnis gegenüber dem Stellkolben 1 : 1 beträgt. Damit kann das Ventilschließglied auch gegen einen sehr hohen Druck geöffnet werden. Mit einer dem Bedarf angepaßten Dimensionierung der den Betätigungskolben umgebenden Hülse kann dann ein großer restlicher Hubweg mit geringerer Kraft überwunden werden.

Mit seiner gestuften Übersetzung und seiner einfachen konstruktiven Ausgestaltung eignet sich das Ventil in besonderer Weise als Servoventil zur Ansteuerung eines Kraft-

stoffeinspritzventils für Brennkraftmaschinen, insbesondere eines Common-Rail-Injektors, bei dem das Servoventil gegen einen hohen Raildruck geöffnet werden muß und ein durch eine Einspritznadel vorgegebener Durchfluß durch den Ventilsitz des Ventilschließgliedes mit einem entsprechenden Ventilhub realisiert werden muß.

Mit dem erfindungsgemäßen Ventil kann zudem der piezoelektrische Aktor verkleinert werden, da zur Ausführung des erforderlichen Hubweges die maximale Aktorkraft nur noch für einen geringen Hubweg erforderlich ist. Da die Dimensionierung des piezoelektrischen Aktors ein bedeutender Kostenfaktor ist, können auf diese Weise mit dem erfindungsgemäßen Ventil zusätzlich die Fertigungskosten gesenkt werden.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

Zwei Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Ventils zur Steuerung von Flüssigkeiten sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der folgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische, ausschnittsweise Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung bei einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen im Längsschnitt,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels mit einem gegenüber der Fig. 1 alternativen Betätigungskolben in Alleinstellung,

Fig. 3 ein Diagramm, mit dem der Ventilhub h über die Zeit t bei dem erfindungsgemäßen Ventil im Vergleich zu einem herkömmlichen Ventil ohne Stufenübersetzung dargestellt ist, und

Fig. 4 ein Diagramm, in dem eine ventiltseitige Aktorkraft F im Verhältnis zu dem Ventilhub h bei dem erfindungsgemäßen Ventil im Vergleich zu herkömmlichen Ventilen ohne gestufte Übersetzung dargestellt ist.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt eine Verwendung des erfindungsgemäßen Ventils bei einem Kraftstoffeinspritzventil 1 für Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen. Das Kraftstoffeinspritzventil 1 ist vorliegend als ein Common-Rail-Injektor ausgebildet, wobei die Einspritzung von Dieseldieselkraftstoff über das Druckniveau in einem Ventilsteuerraum 12, welcher mit einer Hochdruckversorgung verbunden ist, gesteuert wird.

Zur Einstellung eines Einspritzbeginns, einer Einspritzdauer und einer Einspritzmenge in dem vorliegend nicht kraftausgeglichen ausgestalteten Kraftstoffeinspritzventil 1 wird ein mehrteiliges Ventiltglied 2 über eine als piezoelektrischer Aktor 3 ausgebildete piezoelektrische Einheit angesteuert, wobei der piezoelektrische Aktor 3 auf der ventilsteuerraum- und brennraumabgewandten Seite des Ventiltgliedes 2 angeordnet ist.

Der auf an sich bekannte Weise aus mehreren Schichten aufgebaute piezoelektrische Aktor 3 weist auf seiner dem Ventiltglied 2 zugewandten Seite einen Aktorkopf 4 und auf der dem Ventiltglied abgewandten Seite einen Aktorfuß 5 auf, der sich an einem Ventilkörper 9 abstützt. An dem Aktorkopf 4 liegt über ein Auflager 6 ein Stellkolben 7 des Ventiltgliedes 2 an. Das Ventiltglied 2 ist in einer als Längsbohrung ausgeführten Bohrung 8 des Ventilkörpers 9 axial verschiebbar und umfaßt neben dem Stellkolben 7 noch einen ein Ventilschließglied 13 betätigenden Betätigungskolben



10, wobei der Stellkolben 7 und der Betätigungskolben 10 mittels einer hydraulischen Übersetzung miteinander gekoppelt sind.

Die hydraulische Übersetzung ist mit einer Hydraulikkammer 11 ausgebildet, über die die Auslenkung des piezoelektrischen Aktors 3 übertragen wird. Hierzu schließt die Hydraulikkammer 11 zwischen den beiden sie begrenzenden Kolben 7 und 10, von denen der Betätigungskolben 10 mit einem kleineren Durchmesser und der Stellkolben 7 mit einem größeren Durchmesser ausgebildet ist, ein gemeinsames Ausgleichsvolumen ein.

Erfindungsgemäß ist dabei eine gestufte Übersetzung vorgesehen, wozu der Betätigungskolben 10 als Stufenkolben ausgebildet ist, welcher einen der Hydraulikkammer 11 zugewandten Bereich 10A mit einer ersten Querschnittsfläche A1 und einen sich daran anschließenden Bereich 10B mit einer größeren zweiten Querschnittsfläche A2 aufweist, wobei der Übergang zur größeren zweiten Querschnittsfläche A2 einen Anschlag 15 für eine Hülse 14, von der der Betätigungskolben 10 in der Bohrung 8 umgeben ist, entgegen der Ventilsitzrichtung darstellt. Die erste, kleinere Querschnittsfläche A1 des Betätigungskolbens 10 und die an die Hydraulikkammer 11 grenzende Querschnittsfläche A3 der Hülse 14 entsprechen dabei unter Vernachlässigung von Spaltflächen der Querschnittsfläche A0 des Stellkolbens 7 an der Hydraulikkammer 11. In der Bohrung 8 ist ebenfalls ein Anschlag 34 für die Hülse 14 in Ventilsitzrichtung vorgesehen, bis zu deren Erreichen, d. h. bis zum Zurücklegen einer ersten Teillänge h_0 eines maximalen Hubweges H, der Betätigungskolben 10 zusammen mit der Hülse 14 verschoben wird, und ab dem der Betätigungskolben 10 einen verbleibenden Hubweg h_r allein ausführt. Der Anschlag 34 ist vorzugsweise als Absatz an einer Teilungsfläche 33 des geteilt ausgeführten Ventilkörpers 9 in der Bohrung 8 ausgebildet.

Die Länge der Hülse 14 ist vorliegend gleich der Länge des Bereiches 10A des Betätigungskolbens 10 mit der ersten Querschnittsfläche A1 gewählt. Der Querschnitt des Betätigungskolbens 10 verjüngt sich von seinem Bereich 10B mit der zweiten Querschnittsfläche A2 an entgegen einer Anlagefläche 16 für das Ventilschließglied 13.

Das Ventilschließglied 13, welches kugelförmig ausgebildet und an dem ventilsteuerraumseitigen Ende des Ventilgliedes 2 vorgesehen ist, wirkt mit an dem Ventilkörper 9 ausgebildeten Ventilsitzen 17, 18 zusammen, wobei dem unteren Ventilsitz 18 eine Feder 19 zugeordnet ist, die das Ventilschließglied 13 bei Entlastung des Ventilsteuerraumes 12 am oberen Ventilsitz 17 hält. Die Ventilsitze 17, 18 sind in einem vom Ventilkörper 9 gebildeten ersten Ventilraum 20 ausgebildet, der mit einem Leakageablaufkanal 21 und mit einem zu einem Ventilsystemdruckraum 22 führenden Ausgleichkanal 23 einer Befülleinrichtung 24 verbunden ist.

Selbstverständlich kann in einer alternativen Ausführung auch vorgesehen sein, daß das Ventilschließglied 13 nur mit einem Ventilsitz zusammenwirkt.

Das Ventilschließglied 13 trennt einen Niederdruckbereich 25 mit einem Systemdruck von einem Hochdruckbereich 26 mit einem Hochdruck bzw. Raildruck. Im Hochdruckbereich 26, von dem lediglich der Ventilsteuerraum 12 angedeutet ist, ist ein (nicht ersichtlicher) bewegbarer Ventilsteuerkolben in dem Ventilsteuerraum 12, der in üblicher Weise mit einer Einspritzleitung verbunden ist, welche mit einem für mehrere Kraftstoffeinspritzventile gemeinsamen Hochdruckspeicherraum (Common-Rail) verbunden ist und eine Einspritzdüse mit Kraftstoff versorgt, wird das Einspritzverhalten des Kraftstoffeinspritzventils 1 auf an sich bekannte Art gesteuert.

An dem piezoseitigen Ende des Ventilgliedes 2 schließt sich an die Bohrung 8 ein zweiter Ventilraum 27 an, welcher einerseits durch den Ventilkörper 9 und andererseits durch ein mit dem Stellkolben 7 und dem Ventilkörper 9 verbundenes Dichtelement 28 begrenzt ist, wobei das in der Fig. 1 nur schematisch gezeigte Dichtelement 28 vorliegend als faltenbalgartige Membran ausgebildet ist und verhindert, daß der piezoelektrische Aktor 3 mit dem in dem Niederdruckbereich 25 enthaltenen Kraftstoff in Kontakt kommt.

Da die Hydraulikkammer 11 während einer Ansteuer- bzw. Bestromungspause des piezoelektrischen Aktors wieder befüllt werden muß, ist zum Ausgleich einer Leckagemenge des Niederdruckbereiches 25 die Befülleinrichtung 24, welche in Fig. 1 nur angedeutet ist, vorgesehen, mittels der Hydraulikflüssigkeit von dem Hochdruckbereich 26 in den Niederdruckbereich 25 geführt werden kann. Wie in Fig. 1 ersichtlich ist, mündet der kanalartige Hohlraum 23 der Befülleinrichtung 24 in einer vorteilhaften Ausgestaltung in einen den Stellkolben 7 umgebenden Spalt 29, wobei der Mündungsbereich mit einer Ringnut 30 den Systemdruckraum 22 bildet. Somit erfolgt eine Wiederbefüllung der Hydraulikkammer 11 mit Kraftstoff bei entsprechender Leckage ohne weiteres aus der Ringnut 30.

Selbstverständlich sind auch andere konstruktive Ausgestaltungen des Systemdruckraumes denkbar, jedoch ist eine ringförmige Ausgestaltung mit einer Ringnut von Vorteil, weil somit eine gleichmäßige Befüllung der Hydraulikkammer 11 erreicht wird. Es versteht sich, daß die Befülleinrichtung 24 eine geeignete Drosselung gegenüber dem Hochdruckbereich 26 sowie eine geeignete Vorrichtung zum Ablassen eines Überdruckes aufweisen kann.

Das Kraftstoffeinspritzventil 1 nach Fig. 1 arbeitet in nachfolgend beschriebener Weise.

Zur weiteren Erläuterung dienen dabei die Fig. 3 und 4, wobei Fig. 3 den Ventilhub h über der Zeit t und die Fig. 4 rein schematisch das Verhältnis zwischen ventileitiger Aktorkraft F und dem Ventilhub h bei dem erfindungsgemäßen Ventil gegenüber herkömmlichen Ventilen ohne gestufte Übersetzung zeigt.

In geschlossenem Zustand des Kraftstoffeinspritzventils 1, d. h. bei unbestromtem piezoelektrischen Aktor 3, wird das Ventilschließglied 13 des Ventilgliedes 2 durch den Hochdruck bzw. Raildruck in dem Hochdruckbereich 26 in Anlage an dem oberen Ventilsitz 17 gehalten, so daß kein Kraftstoff aus dem mit dem Hochdruckspeicherraum verbundenen Ventilsteuerraum 12 in den Ventilraum 20 gelangen und dann durch den Leakageablaufkanal 21 entweichen kann.

Im Falle einer langsamen Betätigung, wie sie bei einer temperaturbedingten Längenänderung des piezoelektrischen Aktors 3 oder weiterer Ventilbauteile auftritt, dringt der Stellkolben 7 mit Temperaturerhöhung in das Ausgleichsvolumen der Hydraulikkammer 11 ein und zieht sich bei Temperaturabsenkung entsprechend daraus zurück, ohne daß dies Auswirkungen auf die Schließ- und Öffnungsstellung des Ventilgliedes 2 und des Kraftstoffventils 1 insgesamt hat.

Zur Kraftstoffeinspritzung durch das Kraftstoffeinspritzventil 1 muß das Ventilschließglied 13 gegen die Strömungsrichtung und damit gegen den Raildruck im Hochdruckbereich 26 geöffnet werden. Eine zum Öffnen nötige Aktorkraft F_{\min} ergibt sich aus dem anstehenden Raildruck und dem Durchmesser des Ventilsitzes 17 bzw. 18. Die Aktorkraft F zum Öffnen des Ventilschließgliedes 13, welche bei einem Ventilhub h gleich 0 größer als die hierfür erforderliche Kraft F_{\min} ist, wird durch den piezoelektrischen Aktor 3 erzeugt, welcher sich bei Bestromung schlagartig axial ausdehnt und durch Verschiebung des Stellkol-



bens in der Hydraulikkammer 11 einen bestimmten Druck aufbaut. Damit wird über die Hydraulikkammer 11 auf den Betätigungskolben 10 sowie die in dieser Phase an dem Anschlag 15 des Betätigungskolbens 10 anliegende Hülse 14 eine hydraulische Kraft ausgeübt, welche genauso groß ist wie die Kraft des piezoelektrischen Aktors 3. Das heißt, es liegt ein Übersetzungsverhältnis 1 : 1 vor, solange die Hülse 14 an dem Anschlag 15 anliegt.

Wie einer Linie l_{h1} in Fig. 3 und einer Linie l_{F1} in Fig. 4 zu entnehmen ist, bewegt sich der Betätigungskolben 10 zusammen mit der an dem Anschlag 15 anliegenden Hülse 14 in einer Zeitspanne von dem Zeitpunkt t_0 des Abhebens des Ventilschließgliedes 13 vom Ventilsitz 17 bis zum Zeitpunkt t_1 des Anschlages der Hülse 14 an dem Anschlag 34 über eine erste Teillänge h_0 seines maximalen Hubweges H.

Ab dem Zeitpunkt t_1 , zu dem die Hülse 14 an dem Anschlag 16 ansteht, herrscht für den verbleibenden Hubweg h_r ein Übersetzungsverhältnis gemäß dem Verhältnis zwischen der Querschnittsfläche A_0 des Stellkolbens 7 und der Querschnittsfläche A_1 des an die Hydraulikkammer 11 grenzenden Abschnittes 10A des Betätigungskolbens 10. Dadurch kann ein großer Hub H des Ventils mit deutlich reduzierter Kraft erzielt werden.

Die Ventilbewegung über der Zeit t , welche bei den erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventil 1 qualitativ mit der Linie l_{h1} in Fig. 3 wiedergegeben ist, unterscheidet sich gegenüber der Ventilbewegung eines herkömmlichen Ventils mit einer hydraulischen oder mechanischen 1 : 1-Kopplung, welche mit einer Linie l_{h2} dargestellt ist, darin, daß die Ventilegeschwindigkeit bei herkömmlichen Ventilen klein ist, während die Aktorkraft F groß ist. Dies ist auch in Fig. 4 aus einer für derartige konventionelle Ventile stehenden Linie l_{F2} ersichtlich. Demgegenüber ist die Ventilegeschwindigkeit bei dem erfindungsgemäßen Ventil bis zum Erreichen des maximalen Hubweges H zu einem Zeitpunkt t_2 verhältnismäßig groß.

Vergleicht man bei gleicher Ausgangskraft die Hublänge H des erfindungsgemäßen Ventils mit einem maximalen Hub H_2 , der sich bei einem konventionellen Ventil mit 1 : 1-Kopplung gemäß der Kraftlinie l_{F2} ergibt, so zeigt sich, daß der erfindungsgemäß erzielbare Hub H wesentlich größer ist. Dies bedeutet einen stabileren Betrieb des Kraftstoffeinspritzventils 1, da zum einen die Ventilstellung eindeutig ist und zum anderen eine für Common-Rail-Injektoren typische – hier nicht gezeigte – Ablaufdrossel sicher kavieren kann.

Mit einer Linie l_{F3} ist in Fig. 4 das Verhältnis von Aktorkraft F zu Ventilhub h bei einem konventionellen Ventil ohne gestufter Übersetzung mit einem Verhältnis der Querschnittsflächen von Stellkolben zu Betätigungskolben von 2 : 1 gezeigt. Während hier ein sehr großer maximaler Ventilhub H_3 erzielbar ist, ist die anfängliche Aktorkraft F_3 so gering, daß sie nicht zum Öffnen eines Ventilsitzes mit einem großen Durchmesser wie bei dem erfindungsgemäßen Ventil, welches einen großen Durchfluß ermöglicht, ausreicht.

Wie daraus ersichtlich wird, ist mit der Erfindung ein Öffnen des Kraftstoffeinspritzventils 1 bei hohen Raildrücken möglich, ohne den Ventilhub reduzieren zu müssen.

Bei dem in Fig. 1 gezeigten Doppelsitzventil wird das Ventilschließglied 13 in einer Mittelstellung zwischen den beiden Ventilsitzen 17, 18 stabilisiert und anschließend in eine Schließstellung an den unteren Ventilsitz 18 bewegt, wodurch kein Kraftstoff mehr aus dem Ventilsteuerraum 12 in den ersten Ventilraum 20 gelangt.

Wenn die Bestromung des piezoelektrischen Aktors 3 unterbrochen wird, verkürzt sich dieser wieder, und das Ventil-

schließglied 13 wird in die Mittelstellung zwischen die beiden Ventilsitze 17, 18 gebracht, wobei eine erneute Kraftstoffeinspritzung erfolgt. Durch den unteren Ventilsitz 18 kann Kraftstoff in den Ventilraum 20 eindringen. Nach dem Druckabbau in dem Ventilraum 20 durch den Leakageablaufkanal 21 bewegt sich das Ventilschließglied 13 in seine Schließstellung zum oberen Ventilsitz 17, wobei die Hülse 14 von dem Anschlag 15 des Betätigungskolben 10 genommen wird.

Bei jeder Ansteuerung des piezoelektrischen Aktors 3, die einerseits durch Bestromen und andererseits durch Nichtbestromen erreichbar ist, wird eine Kraftstoffeinspritzung und eine erforderliche Wiederbefüllung der Hydraulikkammer 11 bei dem erfindungsgemäßen Ventil 1 durchgeführt.

Bezug nehmend auf Fig. 2 ist in Alleinstellung ein Betätigungskolben 10' eines zweiten Ausführungsbeispiels des Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Gegenüber der Ausführung nach Fig. 1 unterscheidet sich der hier gezeigte Betätigungskolben 10' darin, daß er zweiteilig ausgeführt ist, wobei der Bereich 10A' mit der ersten Querschnittsfläche A_1 ein separates Bauteil darstellt. Zur Aufnahme des Bauteils 10A' ist an einer diesem Bauteil zugewandten Stirnfläche 31 des Betätigungskolbens 10' eine Ausnehmung 32 vorgesehen. Der Bereich 10B' mit der zweiten Querschnittsfläche A_2 und der sich anschließende verjüngende Bereich 10C' entsprechen in ihrer Gestaltung dem Betätigungskolben der Fig. 1.

Ein Kraftstoffeinspritzventil mit einem Betätigungskolben 10' gemäß Fig. 2, bei dem die Herstellung und die Paarung der Teile zueinander besonders einfach ist, arbeitet im übrigen in selber Weise wie zu der Ausführung nach Fig. 1 beschrieben.

Wenngleich sich die Ausführungsbeispiele auf in sich nicht kraftausgeglichene Kraftstoffeinspritzventile beziehen, kann die Erfindung selbstverständlich auch bei kraftausgeglichene gestalteten Ventilen Verwendung finden, wo die schnelle Öffnung des Ventils vorteilhaft ist.

Auch ist die Erfindung nicht auf Kraftstoffeinspritzventile beschränkt, sondern sie eignet sich bei allen Ventilen mit einer piezoelektrischen Aktuatorik, bei denen ein Ventilschließglied einen Hochdruckbereich von einem Niederdruckbereich trennt, wie z. B. in Pumpen.

Patentansprüche

1. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten, mit einer piezoelektrischen Einheit (3) zur Betätigung eines in einer Bohrung (8) eines Ventilkörpers (9) verschiebbaren Ventilieds (2), welches wenigstens einen Stellkolben (7) und wenigstens einen Betätigungskolben (10, 10') aufweist zur Betätigung eines Ventilschließgliedes (13), welches mit wenigstens einem an dem Ventilkörper (9) vorgesehenen Ventilsitz (17, 18) zum Öffnen und Schließen des Ventils (1) zusammenwirkt, und mit einer als Toleranzausgleichselement und als hydraulische Übersetzung arbeitenden Hydraulikkammer (11) zwischen dem Stellkolben (7) und dem Betätigungskolben (10, 10') **dadurch gekennzeichnet**, daß eine gestufte Übersetzung derart vorgesehen ist, daß der Betätigungskolben (10, 10') in der Bohrung (8) zusammen mit einer ihn umgebenden Hülse (14) für eine erste Teillänge (h_0) seines maximalen Hubweges (H) verschiebbar ist, wobei eine jeweils an die Hydraulikkammer (11) grenzende erste Querschnittsfläche (A_1) des Betätigungskolbens (10, 10') und eine Querschnittsfläche (A_3) der Hülse (14) zusammen maximal der an die Hydraulikkammer (11) grenzenden Querschnittsfläche



(A0) des Stellkolbens (7) entsprechen, und daß in der Bohrung (8) ein Anschlag (34) für die Hülse (14) in Ventilsitzrichtung vorgesehen ist, ab deren Erreichen der Betätigungskolben (10, 10') einen verbleibenden Hubweg (h_r) ausführt.

2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungskolben (10, 10') als Stufenkolben ausgebildet ist, welcher einen der Hydraulikkammer (11) zugewandten Bereich (10A, 10A') mit der ersten Querschnittsfläche (A1) und einen sich daran anschließenden Bereich (10B, 10B') mit einer größeren zweiten Querschnittsfläche (A2) aufweist, wobei der Übergang zur größeren zweiten Querschnittsfläche (A2) einen Anschlag (15) für die Hülse (14) entgegen der Ventilsitzrichtung darstellt.

3. Ventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Hülse (14) einer Länge des Bereiches (10A, 10A') des Betätigungskolbens (10, 10') mit der ersten Querschnittsfläche (A1) entspricht.

4. Ventil nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Querschnitt des Betätigungskolbens (10, 10') von seinem Bereich (10B, 10B') mit der zweiten Querschnittsfläche (A2) an entgegen einer Anlagefläche (16) für das Ventilschließglied (13) verjüngt.

5. Ventil nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungskolben (10') wenigstens zweiteilig ausgeführt ist, wobei der Bereich (10A') mit der ersten Querschnittsfläche (A1) ein separates Bauteil darstellt.

6. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß an einer dem Bauteil (10A') mit der ersten Querschnittsfläche (A1) zugewandten Stirnfläche (31) des Betätigungskolbens (10') eine Ausnehmung (32) zur Aufnahme des Bauteils (10A') mit der ersten Querschnittsfläche (A1) vorgesehen ist.

7. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlag (34) für die Hülse (14) als Absatz in der Bohrung (8) des Ventilkörpers (9) ausgebildet ist.

8. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungskolben (10, 10') an einen ersten Ventilraum (20) grenzt, in dem der wenigstens eine Sitz (17, 18) für das Ventilschließglied (13) vorgesehen ist, wobei das Ventilschließglied (13) einen Niederdruckbereich (25) in dem Ventil (1) von einem Hochdruckbereich (26) trennt, und daß der Stellkolben (7) in einem an die Bohrung (8) des Ventilkörpers (9) anschließenden Bereich von einem zweiten Ventilraum (27) umgeben ist.

9. Ventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Befülleinrichtung (24) zum Ausgleich der Leckagemenge des Niederdruckbereichs (25) durch Entnahme von Hydraulikflüssigkeit des Hochdruckbereichs (26) vorgesehen ist, wobei die Befülleinrichtung (24) in den Ventilkörper (9) mit einem kanalartigen Hohlraum (23) ausgebildet ist, der in einen Systemdruckraum (22, 30) des Niederdruckbereichs einmündet, wobei der Mündungsbereich den Systemdruckraum (22) darstellt und er hochdruckseitig mündet.

10. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß es in sich kraftunausgeglichen ausgestaltet ist.

11. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch seine Verwendung als Bestandteil eines Kraftstoffeinspritzventils für Brennkraftmaschinen.

12. Ventil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftstoffeinspritzventil ein Common-Rail-In-

jektor (1) ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



- Leerseite -

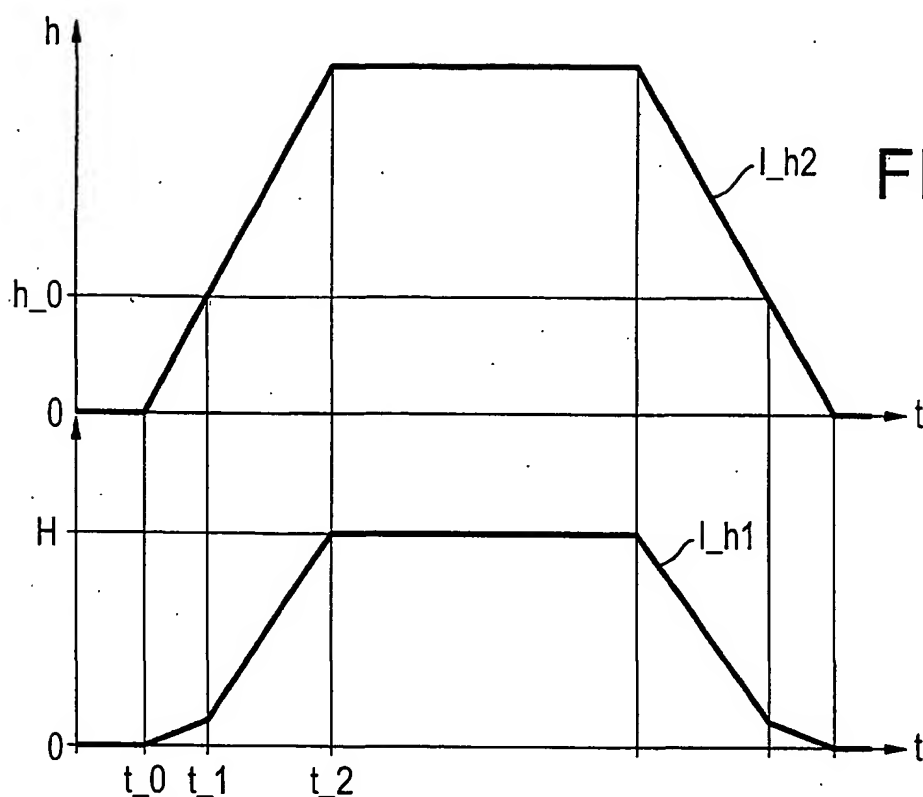


FIG. 3

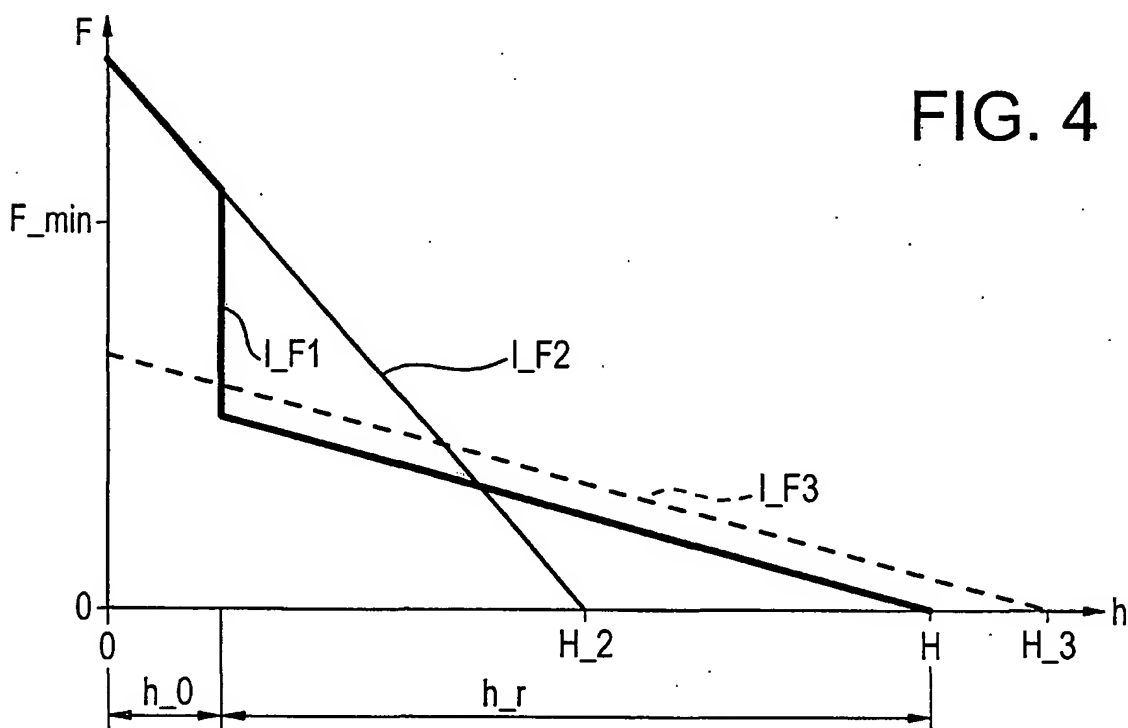


FIG. 4